

# **ВЛИЯНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЦЕССОВ КОРРОЗИИ В ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ**

*Сергеева К.И., Корниенко О.Ю., Карабаналов М.С.*

*к.т.н., доц. Беликов С.В.*

ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург

kc985432@mail.ru

Стойкость сталей против локальной коррозии напрямую определяется не только их химическим, но и структурно-фазовым составом. В работах [1, 2] выявлена связь между наличием в стали неметаллических включений различного состава и скоростью локальной коррозии. Но отмечается [1], что склонность сталей к локальной коррозии не коррелирует с общим содержанием неметаллических включений, оцененных стандартным методом [3]. Сталь может быть очень чистой по НВ, но подвергаться локальной коррозии.

Авторами [4, 5] установлено, что основной причиной аномально высоких скоростей коррозии нефтепромысловых трубопроводов является загрязненность стали неметаллическими включениями особого типа, вносимыми в сталь в процессе ковшевой обработки при неоптимальных технологических параметрах. Такие включения получили название коррозионно-активных неметаллических включений (КАНВ).

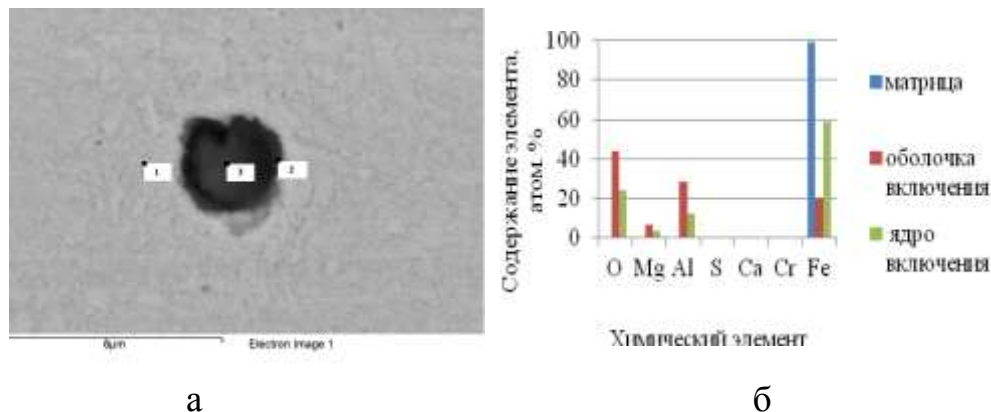
Применительно к нефтепромысловым трубопроводам было установлено [4, 6] отрицательное влияние на коррозионную стойкость неметаллических включений двух типов. Первый тип (КАНВ<sub>1</sub>) – неметаллические включения на основе алюминатов кальция, иногда с добавками оксидов магния и кремния. Второй тип (КАНВ<sub>2</sub>) – сложные включения, имеющие ядро из алюмината кальция (при различном соотношении СаО и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), сульфида марганца или другого включения, окруженное оболочкой сульфида кальция.

Однако существует мнение [7], что определяющего влияния частицы, относимые к КАНВ, на ускорение процесса локальной коррозии не оказывают.

Тем не менее, авторы [7] указывают, что неметаллические включения, независимо от их типа влияют на стойкость к локальной коррозии, как и любая другая неоднородность, приводящая к электрохимической гетерогенности металла. Отмечается, что степень влияния каждого из них на стойкость к локальной коррозии различна.

Так как результаты исследований, проведенных различными авторами, противоречивы, вопрос о влиянии неметаллических включений (в том числе идентифицируемых в соответствии с [1, 2] как КАНВ) на процессы локальной коррозии остается открытым.

В данной работе было проведено исследование влияния неметаллических включений в стали 13ХФА на начальные этапы процессов коррозии. На первом этапе было определено, что большинство включений в стали сложного состава. Ядра включений представляют собой оксиды алюминия и магния, окруженные сульфидной оболочкой (рисунок 1).



а – включение, б – распределение химических элементов  
Рисунок 1. Химический состав исследуемых участков включения и матрицы вокруг него

Для определения влияния включений на процессы коррозии образец был помещен в раствор, состоящий из 5,0 весовых % NaCl и 0,5 весовых % кристаллической уксусной кислоты в дистиллированной воде, на непродолжительное время. После извлечения образца из коррозионной среды проводилось изучение мест образования первичных очагов коррозии на растровом электронном микроскопе ZEISS CrossBeam AURIGA.

Производилось поперечное исследование места зарождения коррозионных ямок с помощью системы микроподачи газовых смесей для ионного осаждения, травления и резки (GIS). Оказалось, что местами преимущественного растворения металла является оболочка вокруг неметаллического включения (рисунок 2), состоящая главным образом из O, Mg, Al, Si, S, Cr, Cu, иногда в ней встречается Ti и Mn. При этом ядро включения содержит больше кислорода, а также Mg, Al и S.

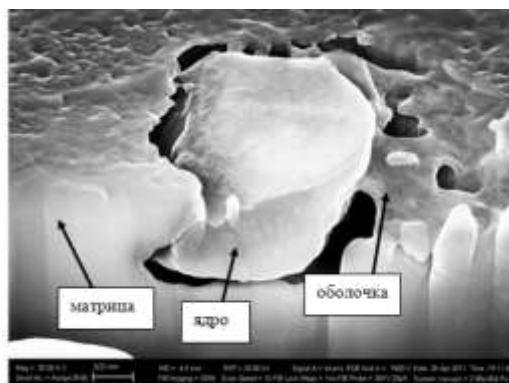


Рисунок 2. Поперечный разрез неметаллического включения

В работе [8] выдвигалось мнение, что местом растворения, в случае локальной коррозии, может являться как само включение, так и матрица вокруг него. В случае стали 13ХФА вокруг оксидного включения происходит растворение оболочки из сульфидов и оксидов.

1. Реформатская И.И. Роль неметаллических включений и микроструктуры в процессе локальной коррозии углеродистых низколегированных сталей / И.И. Реформатская [и др.] // Защита металлов. 2004. № 45. С. 498...504.

2. Родионова И.Г. О роли неметаллических включений в ускорении процессов локальной коррозии нефтепромысловых трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей / И.Г. Родионова, О.Н. Бакланова, А.И. Зайцев // Металлы. 2004. № 2. С. 3...11.

3. ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. Введ. с 29.12.1970. М.: Государственный комитет стандартов Совета министров СССР. 1970. 50 с. Группа В09.

4. Родионова И.Г. Роль неметаллических включений в ускорении процессов локальной коррозии нефтепромысловых трубопроводов и других видов металлопродукции и оборудования из углеродистых и низколегированных сталей / И.Г. Родионова, [и др.] // Коррозионно-активные неметаллические включения в углеродистых и низколегированных сталях: сб. трудов научно-практического семинара. М., 2005. С. 7...15.

5. Родионова И.Г. Пути повышения стойкости против локальной коррозии трубопроводов тепловых сетей из углеродистых и низколегированных сталей / И.Г. Родионова, [и др.] // Энергетик. 2005. № 10. С. 24...26.

6. Зайцев А.И. Источники возникновения в стали коррозионно-активных неметаллических включений и пути предотвращения их образования / А.И. Зайцев [и др.] // Металлы. 2005. № 7. С. 23...27.

7. Пышминцев И.Ю. Влияние неметаллических включений на стойкость нефтепромысловых трубопроводов к локальной коррозии / И.Ю. Пышминцев, [и др.] // Черная металлургия. 2010. № 1. С. 55...60.

8. Колотыркин Я.М. Питтинговая коррозия металлов. / Я.М. Колотыркин // Химическая промышленность. 1963. № 3. С. 38...46.